



Universidade de Brasília- UnB

Instituto de Ciências Humanas- IH

Departamento de Geografia- GEA

Aluno: Juan Carlos Orozco Filho 10/0032621

Orientador: Osmar Abílio de Carvalho Júnior

# **ANÁLISE DE IMAGENS DE SÉRIES TEMPORAIS NDVI DO SENSOR MODIS NA MICRORREGIÃO DE VILHENA**

Brasília, Dezembro de 2013

# **ANÁLISE DE IMAGENS DE SÉRIES TEMPORAIS NDVI DO SENSOR MODIS NA MICRORREGIÃO DE VILHENA**

.

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da UnB, para obtenção do  
título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior

BRASÍLIA

2013

INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

# **ANÁLISE DE IMAGENS DE SÉRIES TEMPORAIS NDVI DO SENSOR MODIS NA MICRORREGIÃO DE VILHENA**

Monografia de final de curso submetida ao Departamento de Geografia da  
Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para obtenção do  
grau de bacharel em Geografia.

Aprovado por:

---

Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior (UnB)  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães (UnB)  
(Examinador)

---

Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes.  
(Examinador)

Brasília- DF, 10 de Dezembro de 2013.

OROZCO, J.C.

Análise de imagens de séries temporais NDVI do sensor MODIS na Microrregião de Vilhena. XX p. (UNB-IH-GEA, Bacharelado, 2013)

Monografia de final de curso, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia.

1. Sensoriamento Remoto  
Imagens

2. Processamento Digital de

3 Micro-região de Ji-Paraná

4. Séries temporais de Imagens

I.IH/GE/UnB

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OROZCO, J.C. **Análise de imagens de séries temporais NDVI do sensor MODIS na Microrregião de Vilhena.** Monografia de final de curso, Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geografia, DF, 2013.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor

---

JUAN CARLOS OROZCO FILHO

TÍTULO DA MONOGRAFIA: **Análise de imagens de séries temporais NDVI do sensor MODIS na Microrregião de Vilhena.** GRAU – ANO: 3º–2013

## Índice

Resumo .....	7
1. Objeto .....	8
2. Objetivo .....	8
2.1 Objetivo Principal .....	8
2.2 Outros Objetivos .....	8
3. Justificativa .....	9
4. Introdução .....	9
5. Área de Estudo .....	10
6. Hipótese .....	14
7. Arsenal .....	14
7.1 Arsenal Técnico .....	14
7.2 Arsenal Teórico .....	14
8. Metodologia .....	15
8.1 Obtenção de Imagens MODIS .....	15
8.2 Montagem de Cubos de Séries Temporais .....	16
8.3 Obtenção do índice de vegetação NDVI .....	18
8.4 Tratamento de Ruídos .....	19
8.5 Classificação Utilizando as Assinaturas Temporais .....	19
9. Resultados .....	20
9.1 Resultado do Tratamento de Ruído .....	20
9.2 Resultado da Classificação .....	21
10. Conclusão .....	25
11. Agradecimentos .....	25
12. Referências Bibliográficas .....	27

## Figuras

1. ....	10
2. ....	12
3. ....	16
4. ....	17

5.	.....	19
6.	.....	20
7.	.....	21
8.	.....	23

## RESUMO

Este trabalho analisa o uso da terra na Microrregião de Vilhena, no Estado de Rondônia. Por intermédio do Sensoriamento Remoto, são analisadas imagens de séries temporais NDVI do sensor MODIS no período entre o ano 2000 e 2012. O processamento das imagens visa diminuir os efeitos causados pelas interferências provenientes dos processos atmosféricos. Como resultado final, a imagem é classificada de acordo com os diferentes tipos de uso da terra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microrregião de Vilhena; Uso da Terra; Sensoriamento Remoto; Série Temporais NDVI; Classificação.

## ABSTRACT

This work analyzes the region of Microrregião de Vilhena, in the state of Rondônia, and its land use. The tools from the Remote Sensing technics are used to analyze the temporal images series NDVI from the MODIS in the period from 2000 to 2012. The image process is intended to decrease the effects caused by the atmosphere's interferences. As a final result, the work will get a classified image in which will be shown the different types of land uses.

**KEYWORDS:** Microrregião de Vilhena; Land Use; Remote Sensing; Temporal NDVI series; Classification.

## **1. OBJETO**

A análise de séries temporais NDVI do sensor MODES na Microrregião de Vilhena, segundo a metodologia utilizada, produz uma classificação satisfatória para a interpretação do uso da terra da área de estudo?

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Principal:**

Classificar, através da análise de imagens de série temporais NDVI do sensor MODIS, a área que corresponde a Microrregião de Vilhena, no estado de Rondônia.

### **2.2 Outros Objetivos:**

- Produzir um mapa da microrregião de Vilhena de acordo com a classificação não supervisionada ISODATA.
- Produzir um mapa da microrregião de Vilhena de acordo com a classificação supervisionada.
- Interpretar o uso do solo da Microrregião de Vilhena, e entender a sua dinâmica temporal.
- Comparar os resultados das classificações supervisionada e não supervisionada.



### **3. JUSTIFICATIVA**

A importância desse artigo se encontra no levantamento de informações importantes sobre o uso da terra na Microrregião de Vilhena, no estado de Rondônia, uma área da Amazônia Legal que vem sofrendo há bastante tempo com a retirada da cobertura vegetal de suas florestas. Desse modo, o objetivo do trabalho é classificar o uso da terra dessa microrregião, de 2000 à 2012, a partir de uma análise multitemporal contínua das imagens obtidas através do sensor MODIS. A natureza contínua dos dados espectrais no tempo permite desenvolver estudos sobre o comportamento sazonal e mudanças da composição biofísica e bioquímica de dosséis. (Saderet al. 1990; Stone et al. 1994, Mora & Iverson 1997).

A classificação do uso da terra na microrregião é fundamental para que gestores ambientais da região tenham conhecimento do lugar. Para haver a preservação da floresta amazônica, que ainda ocupa uma grande área da Microrregião de Vilhena, é necessário que exista um mapeamento confiável do local, e é deste modo que o presente trabalho pretende atuar, ou seja, ajudando nesse processo de conservação da vegetação nativa.

### **4. INTRODUÇÃO**

O bioma Amazônia se estende do oceano Atlântico às encostas orientais da Cordilheira dos Andes, contendo parte em nove países sul-americanos, sendo 69% da área total pertencentes ao Brasil (Ab'Saber, 1977). O total da área é de 4.871.000 km<sup>2</sup> e segundo o censo de 2000, população girava em torno de vinte milhões de habitantes, das quais 60% vivia em áreas urbanas (INPE, 2004). Com a finalidade de melhores planejamentos regionais de crescimento econômico e desenvolvimento social da Amazônia, o conceito de Amazônia Legal foi implantado pela lei 1.806 de 1953 e reformulado pela lei 5.173 de 1966. Os limites foram estabelecidos de maneira a englobar as regiões onde o contexto econômico, político e social eram mais semelhantes (PROCÓPIO, 2005). A Amazônia legal engloba os estados brasileiros do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins.

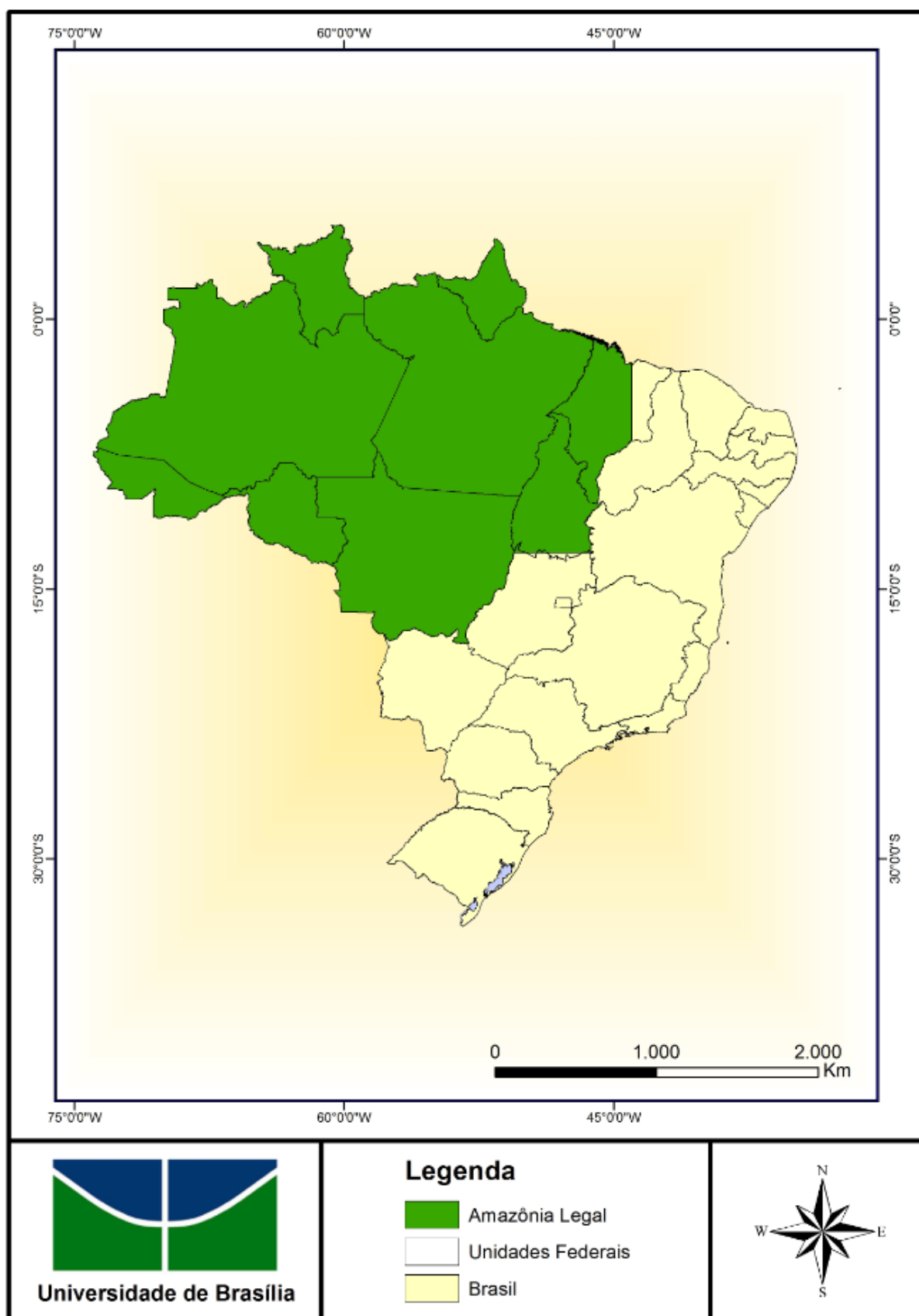
O estilo de desenvolvimento da Amazônia nos últimos cinquenta anos tem levado a níveis significativos de desmatamento resultante de fatores como a ampliação da pecuária, a exploração de minérios, a abertura de estradas, o crescimento das cidades da região norte, a exploração madeireira e o crescimento da agricultura intensiva (Kitamura, 1994).

O período da ditadura militar, em meados de 1960, trouxe novas e profundas modificações para a Amazônia. Os militares, amparados por um suposto perigo eminente de internacionalização, iniciaram um período marcado pela implantação de grandes projetos que, segundo se dizia, visavam desenvolver economicamente o Norte do país. A inauguração da rodovia Transamazônica, na década de 1970, foi um marco para que as políticas desenvolvimentistas adentrassem a região, caracterizando o início dos grandes problemas de degradação ambiental na floresta.

As questões mais urgentes em termos da conservação e uso dos recursos naturais da Amazônia dizem respeito à perda em grande escala de funções críticas da Amazônia frente ao avanço do desmatamento ligado às políticas de desenvolvimento na região, tais como especulação de terra ao longo das estradas, crescimento das cidades, aumento dramático da pecuária bovina, exploração madeireira e agricultura familiar (mais recentemente a agricultura mecanizada), principalmente ligada ao cultivo da soja e algodão (Alencar *et al.* 2004 e Laurance *et al.*, 2004).

O INPE monitora o desmatamento na Amazônia e produz taxas anuais que indicam o perfil do desmatamento desde 1988. O sistema PRODES, por intermédio de classificação digital de imagens CBERS e Landsat, detecta os polígonos de desflorestamento produzindo um banco de dados. Em 2004 foram desmatados 27772km<sup>2</sup> na Amazônia Legal, segundo a metodologia PRODES. Em 2012, foram desmatados 4656km<sup>2</sup>, o que representa uma redução de -83% em relação ao que foi desmatado no ano de 2004. (INPE, 2012).

A figura 1 mostra um mapa com a região da Amazônia Legal em verde.



**Figura 1**

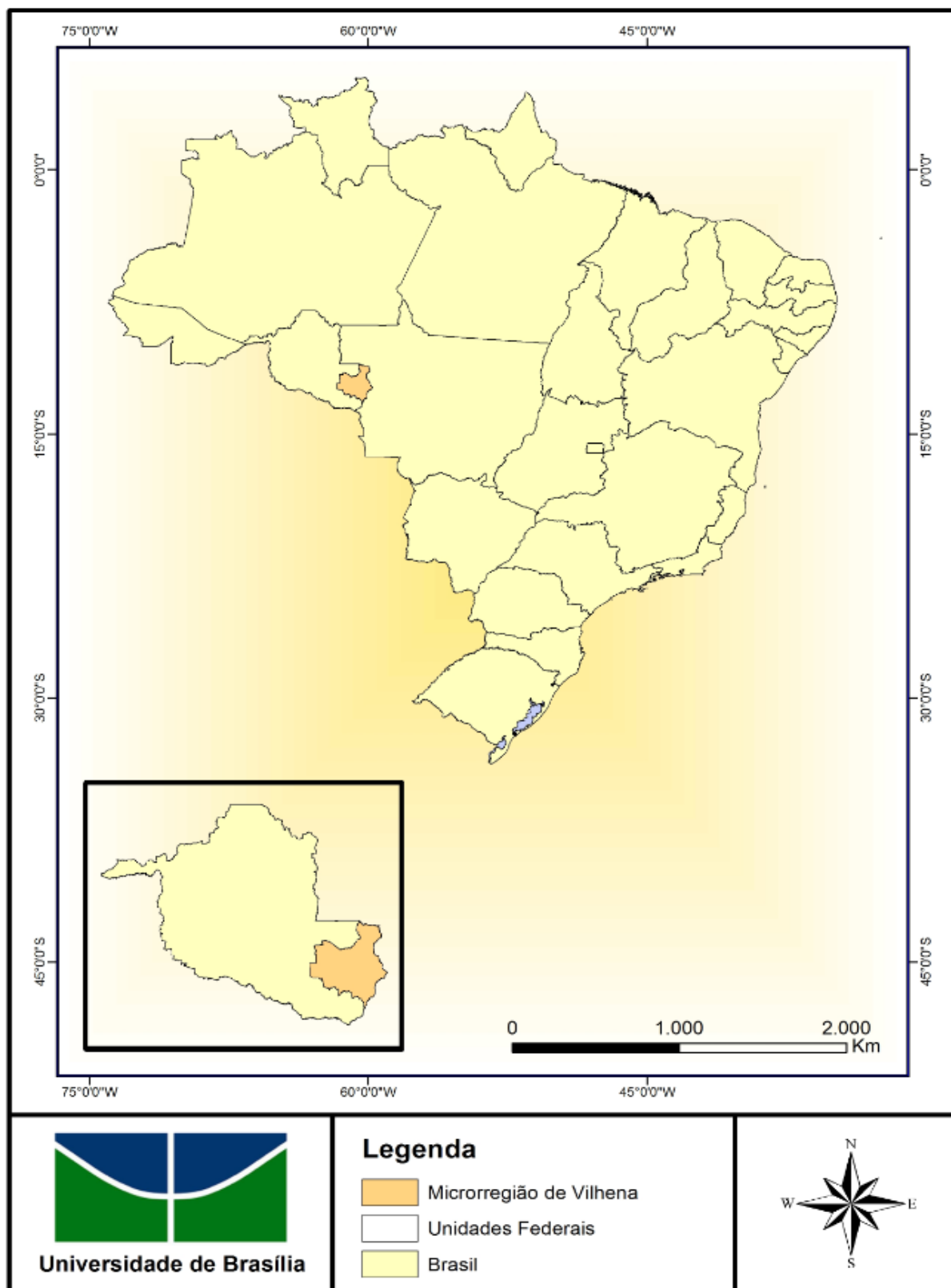
## 5. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a microrregião de Vilhena, que está localizada no sudeste do Estado de Rondônia e é formada por seis municípios: Chupinguaia, Parecis, Pimenta Bueno, Primavera de Rondônia, São Felipe D'Oeste e Vilhena. A população total é 132.677. Vilhena é o município mais populoso com 76.202 habitantes (IBGE, 2010). O PIB (Produto Interno Bruto), em mil reais, dos seis municípios somados é de 2.259.541, no qual 1.239.655 provém de Serviços, 434.646 da Indústria e 585.204 da Agropecuária (IBGE, 2010).

A Microrregião de Vilhena está localizada em uma área de baixo planalto do bioma Amazônia. A vegetação se caracteriza pela presença de florestas, campos limpos e uma pequena quantidade de cerrado. O clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é Tropical com estação seca no inverno, apresentando índices pluviométricos anuais que variam de 1.800 a 2.400 mm.

Até o ano de 2011, uma área total de 8.769,7 km<sup>2</sup> foi desmatada na microrregião, sendo o município de Pimenta Bueno o que mais sofreu, com 2.379 km<sup>2</sup> desmatados, correspondendo a 37,86% da área total (INPE, 2012). O aumento da taxa de desmatamento na microrregião de Vilhena, assim como no restante do Estado de Rondônia, se deve ao aumento das atividades econômicas a partir da década de 70. No caso de Rondônia, o aumento populacional, cinco vezes maior que a média do país desde 1960, é determinante para o crescimento econômico da região. Todo esse aumento da população foi devido aos movimentos migratórios de colonos da região Sul do Brasil em busca de terras para a agricultura (Fearnside, 1988).

A figura 2 mostra um mapa com a Microrregião de Vilhena destacada em laranja.



**Figura 2**

## **6. HIPÓTESE**

A análise de imagens de séries temporais NDVI do sensor MODIS na Microrregião de Vilhena, segundo a metodologia usada, trás um resultado satisfatório para a classificação da imagem de acordo com os tipos diferentes de uso da terra.

## **7. ARSENAL (TÉCNICO E TEÓRICO)**

### **7.1 Arsenal Técnico**

- Imagens do sensor MODIS
- Programas especializados em sensoriamento remoto
- Dados de desmatamento PRODES

### **7.2 Arsenal Teórico**

- Biomas
- Conhecimento sobre usos da terra
- Degradação ambiental
- Espaço geográfico
- Sensoriamento Remoto
- Sistema de Informações Geográficas

## 8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 8.1 Obtenção de Imagens MODIS

A NASA lançou em dezembro de 1999 o satélite TERRA, com o objetivo de determinar as mudanças da Terra e as principais consequências para a vida neste planeta, desenvolvendo um entendimento de funcionamento como um sistema único e interligado. O principal instrumento desenvolvido no satélite TERRA foi o MODIS, por possuir características importantes como: ampla cobertura espacial, continuidade nas tomadas e medidas, além de ser a primeira ferramenta dos satélites EOS (*Earth Science Enterprises*) na condução das mudanças globais (Barker *et al*, 1992).

O MODIS é um dos cinco instrumentos do satélite TERRA. O sensor MODIS está projetado para suprir os requerimentos de três campos de estudo: atmosfera, oceano e terra. As suas bandas de resolução espectral e espacial são selecionadas com a finalidade de obter bom resultados nesses estudos, com uma cobertura global diária (para latitudes  $>30^\circ$ ) e a cada 1-2 dias (para latitudes  $<30^\circ$ ) (Justice *et al*, 2002). Ao todo são 36 bandas (duas com resolução espacial de 250 metros, cinco com resolução de 500 metros e vinte e nove com resolução de 1000 metros) localizadas em comprimentos de onda capazes de observar as propriedades das nuvens; a dinâmica e as propriedades da vegetação na cobertura terrestre; e a temperatura da superfície dos oceanos (Salomonson e Troll, 1991).

Para o trabalho, foram utilizados os produtos MOD9Q1 e o MOD9A1, que correspondem às bandas de resolução de 250 metros e 500 metros. A MOD9A1 apresenta as bandas 3 a 7, além das bandas 1 e 2 em resolução de 250 metros. Esses produtos cobrem a totalidade do espectro da superfície terrestre e é possível a obtenção de dados referentes ao Albedo e aos Índices de vegetação (Latorre *et al*, 2003).

<b>Bandas Espectrais</b>	<b>Resolução Espectral</b>	<b>Resolução Espacial</b>
1	620 - 670nm	250 metros
2	841 - 876nm	250 metros
3	459 - 479nm	500 metros
4	545 - 565nm	500 metros
5	1230 - 1250nm	500 metros
6	1628 - 1652nm	500 metros
7	2105 - 2155nm	500 metros

Com a finalidade de representar um intervalo de tempo significativo, foram utilizadas imagens do ano 2000 até o ano de 2012. Em cada ano, o produto MODIS disponibiliza 46 imagens, o que representa uma imagem com os melhores pixels de oito em oito dias.

Com as imagens obtidas de 250 metros e 500 metros, foi feito a conversão do sistema de coordenadas original para o WGS-84, uma vez que, para o tamanho da área de estudo não seria possível o processamento em UTM. O armazenamento original das imagens estava no formato de HDF (Hierarchy Data Format) e foi convertido em GEOTIFF. Nesse processo, também houve a separação das bandas para que a montagem de cubos de série temporal pudesse ser feita posteriormente.

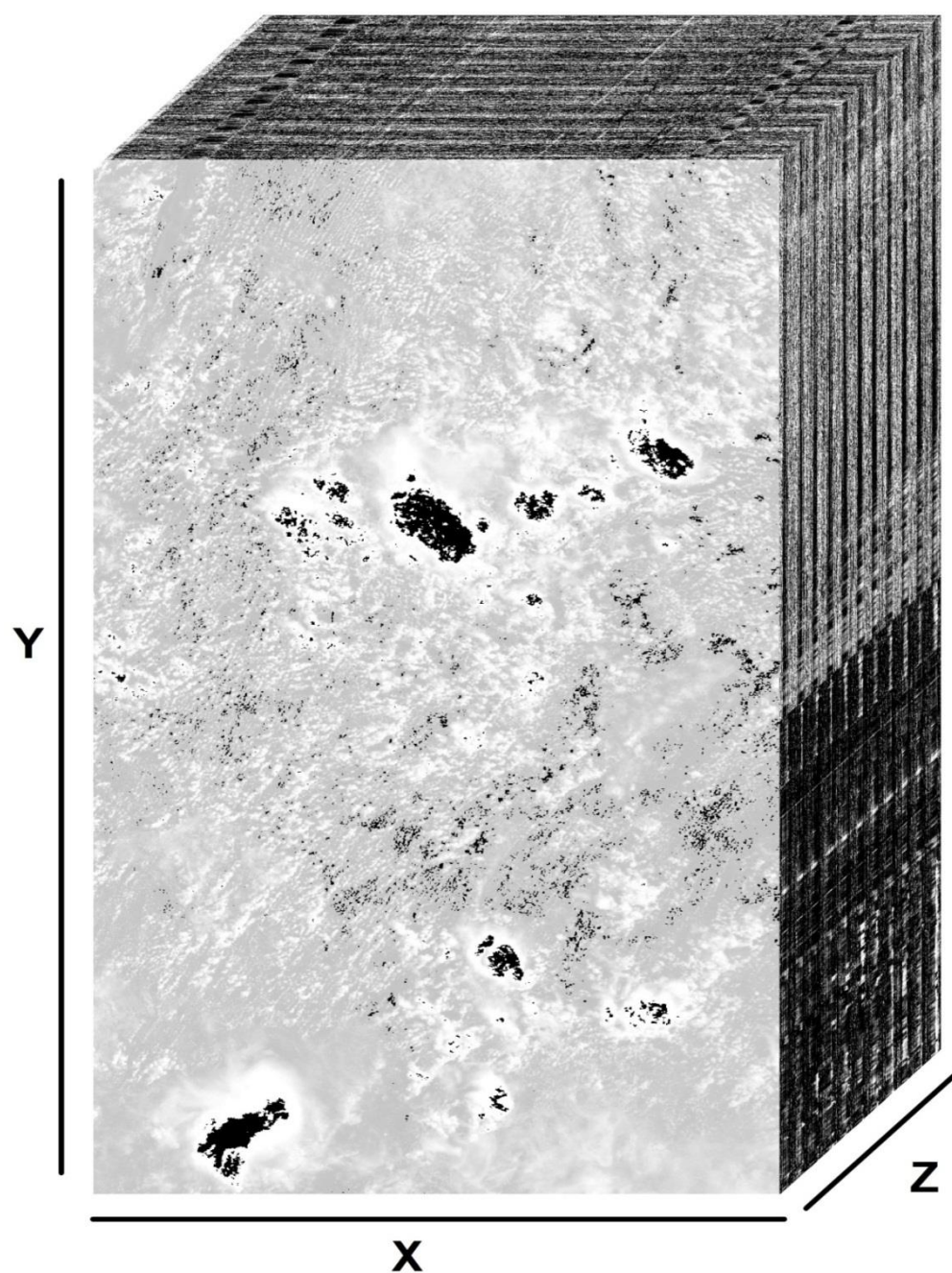
## **8.2 Montagem dos cubos de séries temporais**

Com a separação das bandas, foi feita a montagem dos cubos das séries temporais. Na obtenção dos espectros temporais, as imagens relativas às diferentes datas devem ser agrupadas, formando um cubo de imagens. Desta forma, o cubo apresenta nos eixos “x(linhas)” e “y (colunas)” as coordenadas geográficas e no eixo “z” o espectro temporal. Os espectros temporais são ordenados no cubo utilizando a sequência dos dias do ano em ordem crescente. (Carvalho Junior et al, 2008).

No total, produziu-se nove cubos, dois do produto das imagens de 250 metros (MOD9Q1) e sete vindos do produto das imagens de 500 metros (MOD9A1). Cada produto corresponde a 591 imagens do ano 2000 a 2012. Nos cubos é possível observar a presença de nuvens e sombras de nuvens caracterizadas pelos ruídos na imagem. No gráfico, estas distorções no espectro são visualizadas nos picos onde é notável a diferença nos valores dos pixels.

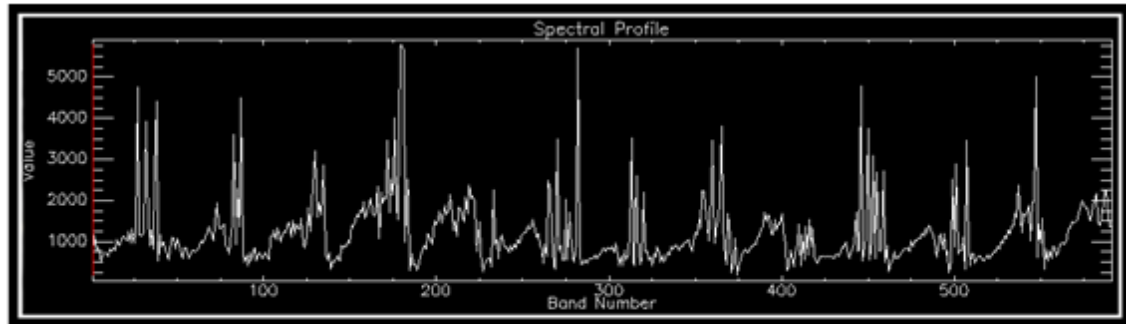


A figura 3 Ilustra uma imagem de um cubo na sequência temporal.



**Figura 3**

A figura 4 é a ilustração do espectro de um dos pixels do cubo feito para a banda 1. Nesta imagem está sendo representado o eixo Z, referente ao espectro temporal.



**Figura 4**

### 8.3 - Obtenção do índice de vegetação NDVI

Após a confecção das montagens dos cubos, foi realizado o NDVI (*NormalizedDifferenceVegetation Index* – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada). Os índices de vegetação suavizam as interferências relativas às variações vindas do ângulo das radiações solares e dos efeitos da atmosfera terrestre, observados para dados multitemporais. Segundo Rouse (1973), o NDVI é caracterizado pela seguinte fórmula:

$$NDVI = \frac{\rho_{NP} - \rho_{VER}}{\rho_{NP} + \rho_{VER}}$$

$\rho_{IVP}$  = valor de reflectância no infravermelho próximo (800-1100nm)

$\rho_{VER}$  = valor da reflectância na faixa do vermelho (600-700nm)

Os valores variam numa escala entre -1 e 1.

Os valores do NDVI apresentam as maiores discrepâncias na estação chuvosa, visto que, o conteúdo de vapor d'água na atmosfera afeta intensamente as bandas do infravermelho próximo, o IVP. (Carvalho Júnior, et al. 2008).

#### **8.4 - Tratamento de Ruídos**

Os índices de vegetação do espectro temporal apresentam fortes interferências de ruídos que dificultam a análise do espectro. Estas irregularidades apresentadas nas imagens são frutos da presença de nuvens e das interferências atmosféricas. Para tratá-las, fez-se a aplicação de filtros de correção.

O filtro utilizado para o tratamento de ruídos foi o Savitzky-Golay. Este filtro é bastante comum entre os filtros de suavização de sinais analíticos e é encontrado na maioria dos “softwares” comerciais de tratamento de dados. O método do Savitzky-Golay consiste em definir a origem do sinal, definir a largura do intervalo, definir o ponto central do intervalo, remover o ponto central do conjunto de pontos do intervalo, ajustar através do método de mínimos quadrados um polinômio de grau variável aos pontos restantes, utilizar o polinômio para estimar o valor do ponto removido e, por fim, deslocar o intervalo para o ponto seguinte do sinal original e repetir o processo (Cerqueira et al., Poppiet al., Kubota et al., 2000).

#### **8.5 - Classificação utilizando as assinaturas temporais**

Após o tratamento do filtro, usou-se o ISODATA (*IterativeSelf-Organizing Data AnalysisTechnique*), um método não supervisionado em que as classes são pré-definidas e geradas automaticamente pelo algoritmo, de acordo com a área de estudo. As características espectrais da imagem determinam o tipo de classe, de modo que, os pixels semelhantes são unidos formando os “clusters”, que são um conjunto de pixels. Deste modo, as áreas agrupadas pela semelhança dos pixels distinguem as diferentes características da região analisada. As fitofisionomias são diferenciadas umas das outras e também as áreas antropizadas.

A outra classificação obtida foi pelo método supervisionado. Neste método, é obtida uma média das várias amostras de pixels referentes a cada tipo de uso da terra. Este procedimento permite estabelecer uma classificação baseada na visualização da imagem, e deste modo,

aumentar o numero de classes obtidas pela classificação automática e garantir uma melhor representação da área estudada.

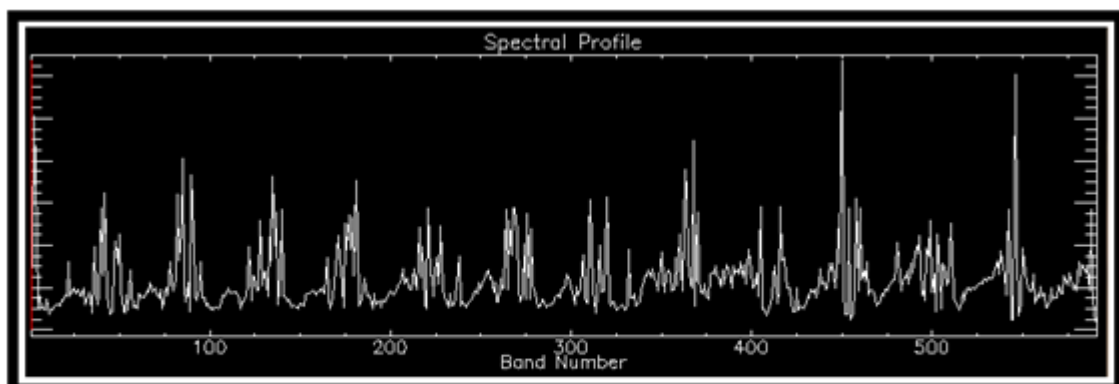
## 9. RESULTADOS

A análise dos resultados foi feito em duas etapas. A primeira é o resultado obtido do tratamento de ruído do Savitzky-Golay, e a segunda é o resultado das classificações ISODATA não supervisionada e a supervisionada.

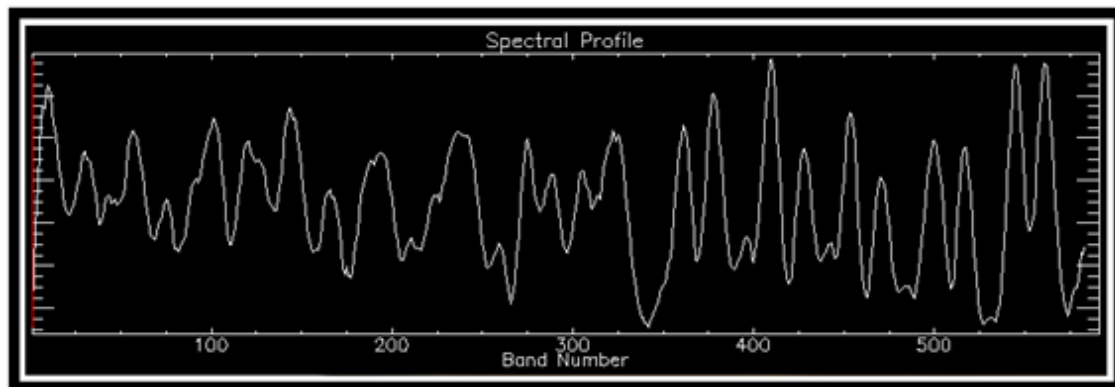
### 9.1 - Resultado do Tratamento de Ruído

Após a aplicação do filtro Savitzky-Golay, percebe-se claramente a amenização do ruído. Os valores mais altos e mais baixos são eliminados, garantindo a suavidade da série temporal. Desse modo, pode-se visualizar a superfície, tais como as áreas urbanas, os pastos, os cursos d'água e as florestas, nos lugares onde haviam sombras e nuvens.

A figura 5 mostra o espectro de um pixel sem filtro. Nesta imagem é possível ver os picos no espectro. A figura 6 retrata o espectro após o filtro e, nesta imagem, é visto que o espectro se encontra mais suave.



**Figura 5**



**Figura 6**

## 9.2 - Resultado da Classificação

A classificação obtida pelo ISODATA é bastante adequada para o tamanho dessa região. No processo foram definidas três classes. Na figura 7 é possível ver as classes determinadas. A classificação não supervisionada identificou dois tipos de vegetação, representadas pelas cores azul e amarelo. A cor vermelha representa as áreas de pastos, agricultura e áreas antropizadas.

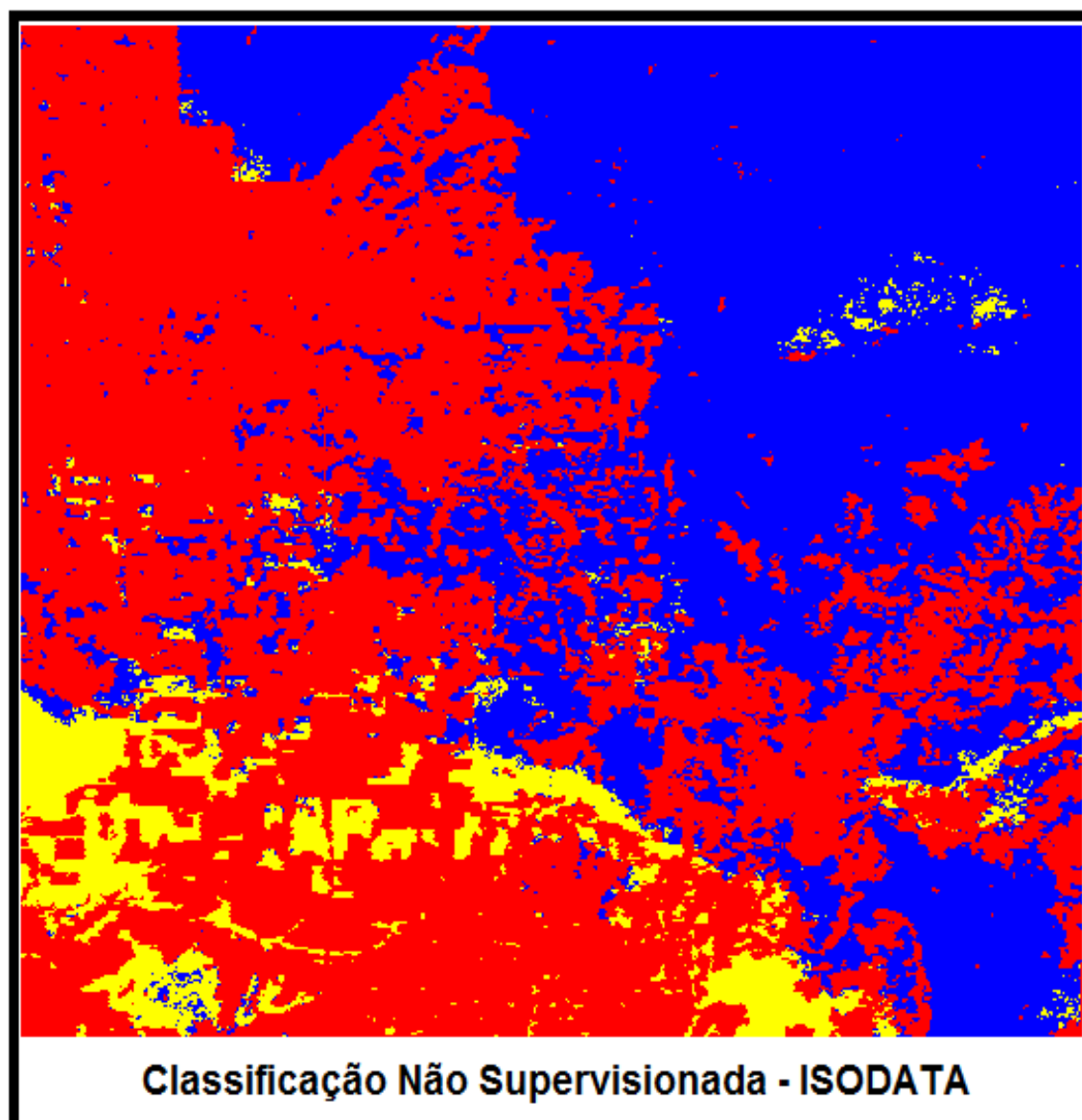
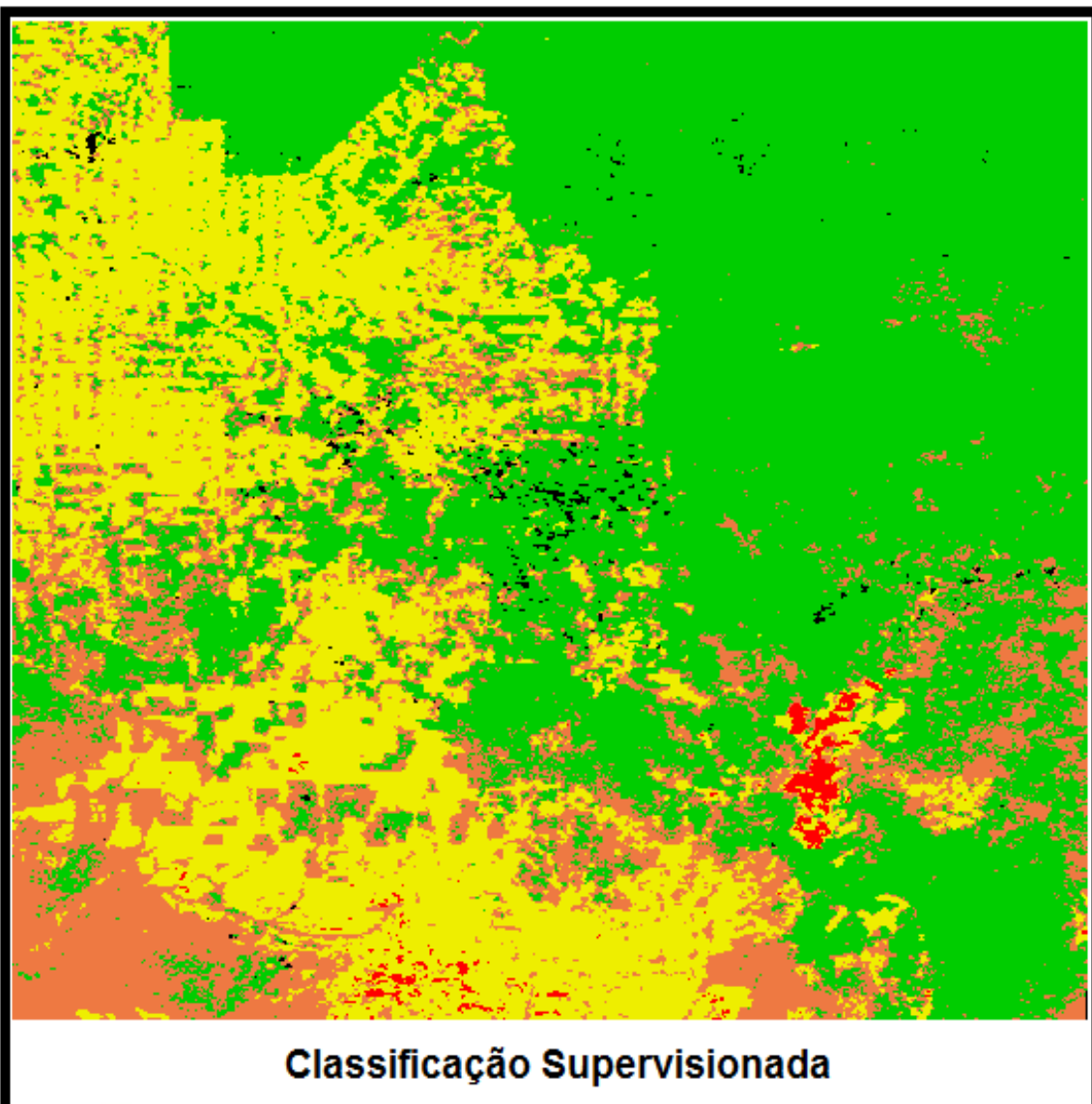


Figura 7

À fim de obter uma classificação mais justa, com mais diferenciações de classe, fez-se uma classificação supervisionada. Por intermédio do Spectral Angle Mapper, a classificação procurou estabelecer uma melhor diferenciação no perfil das vegetação, assim como diferenciar as áreas destinadas a agropecuária das áreas antropizadas. Na representação da figura 8, a cor verde corresponde as áreas de floresta Ombrófila Densa. A cor laranja diz respeito a vegetação de transição para o cerrado, bastante nítido no sul desta região. A cor amarela corresponde as áreas de agropecuária e a cor vermelha corresponda as áreas urbanas. Algumas pequenas áreas urbanas não foram definidas, devido ao seu tamanho.



**Figura 8**



## **10. CONCLUSÃO**

O sensoriamento remoto é um recurso importante que ajuda as esferas pública e privada a obterem informações sobre a superfície terrestre. Por intermédio do sensoriamento remoto, esta pesquisa obteve uma classificação do território da Microrregião de Vilhena, a partir da análise multitemporal das imagens MODIS. A técnica utilizada se mostrou prática e eficiente, uma vez que, os filtros e a classificação diminuíram os erros que ocorrem pelas interferências da atmosfera terrestre.

O resultado da classificação mostra um nítido problema da região, o intenso desflorestamento. Desta forma, espera-se que esta pesquisa possa somar aos estudos de mapeamento da Amazônia brasileira, a fim de obter resultados mais satisfatórios no combate ao desmatamento. Ainda, espera-se que autoridades governamentais e gestores do meio ambiente do Estado de Rondônia e do Brasil, como um todo, possam utilizar os resultados desse trabalho para ajudar na preservação da biodiversidade e da vegetação ainda existente no local.

## **11. AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor Osmar Abílio de Carvalho Júnior, orientador deste Pibic, pela dedicação e ajuda na confecção das diversas etapas que compõem este trabalho. Agradeço ao graduando de Geografia da Universidade de Brasília, José Roberto Rezende, que repassou sua experiência de trabalho em sensoriamento remoto, trazendo conceitos e métodos para auxiliar no processamento das imagens. Agradeço aos meus companheiros formandos do curso de geografia, Giuseppe Giongo, Douglas Cassimiro, Lucas Garcia e Gustavo Henrique. Agradeço ao Lsie (Laboratório de Pesquisas Espaciais) por ter fornecido o espaço físico e permitido utilizar os computadores para produzir os dados dessa monografia. Agradeço a Universidade de Brasília e aos professores do Departamento de Geografia (GEA), que foram importantes na transmissão de conhecimentos que somaram ao trabalho. Por fim, agradeço a todos os meus familiares, principalmente ao meu pai, Juan Carlos Orozco, Minha Mãe,

Marisa Aparecida Barqueta Orozco, e as minhas irmãs, Giulia Barqueta Orozco e Livia Barqueta Orozco, e aos amigos que me apoiaram nesta minha pesquisa.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Saber, A.N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. Geomorfologia**, v.53, p.1-23, 1977.

Alencar, A.; Nepstad, N; McGrath, D; Moutinho, P; Pacheco, P; Diaz, M. D. C. V e Filho, B. **S. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica**. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 2004, 89 p.

Barker J.L., Harden M.K., Anuta E.A, Smid J.E, Hought D., **MODIS Spectral Sensitivity Study: Requirements and Characterization**. October p.84, 1992.

Carvalho Júnior, O.A, Sampaio, C.S., Silva, N.C., Couto Júnior. A.F., Gomes, R.A.t., Carvalho, A.P.F, Shimabukuro, Y.E. **Classificação de Padrões de Savana usando assinaturas temporais NDVI do Sensor MODIS no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros. Revista Brasileira Geofísica**. Vol 26(4). p.505-507, 2008.

Cerqueira E.O.; Poppi R.J.; e Kubota L.T., **Utilização de filtro de transformada de Fourier para a minimização de ruídos em sinais analíticos**, 2000.

Fearnside P.M., **Desmatamento na Amazônia Brasileira: história, índices e consequências**, 1988.

Kitamura, P.C., **A Amazônia e o Desenvolvimento Sustentável**, São Paulo: Embrapa, p.30-48, p.82-94 e p. 131-158, 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Vilhena In: Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=110030>. Acesso em 13 de Março de 2013.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, **Monitoramento da Floresta**. 2004.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, **Divulgação da Estimativa da Taxa de Desmatamento por Corte Raso do PRODES 2012**. Novembro de 2012.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Municípios da Microrregião de Vilhena. Disponível em [www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php](http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php). Acesso em 13 de março de 2013.

Latorre M.L, Anderson L.O., Shimaburko Y.O, Carvalho Júnior O.A., **Sensor MODIS: características gerais e aplicações.** v.6 N°1, 2003.

Mora F.; & Iverson L.R., **Dynamic stratification of the landscape of Mexico: analysis of vegetation patterns observed with multitemporal remotely sensed images**, *Geocarto International*, 12: 73-97, 1997.

Procópio, Argemiro. **Destino Amazônico**, São Paulo: Hucitec, 2005.

Sader S.A.; Stone T.A.; & Joyce A.T., **Remote sensing of tropical forests: as overview of research and publications using non-photographic sensors.** *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56: 1343-1351, 1990.

Salomonson V.V, & Troll D.L. **Execution phase (C/D) spectral band characteristics of the EOS moderate resolution imaging spectrometer-nadir (MODIS-N) facility instrument.** *Advances in Space Research*, 11 (3) 231-236, 1991.

Stone T.A., Schlesinger P.; Houghton R.A.; &Woodwell G.M., **A map of the vegetation of South America based on satellite imagery.** *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60: 541-551, 1994.